様式Ｃ－１９

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成２４年　５月１４日現在

機関番号：１５４０１
研究種目：若手研究（Ｂ）
研究期間：２００９　～　２０１１
課題番号：２１７００７８８
研究課題名（和文）　科学的素養育成のための科学教育カリキュラムの研究

研究課題名（英文）　A Study of Science Curriculum to Develop Scientific Literacy

研究代表者
三好　美織（MIYOSHI　MIORI）
広島大学・大学院教育学研究科・講師
研究者番号：８０４２３４８２

研究成果の概要（和文）：
科学的素養の内実は、科学そのものの知識のみならず、現実社会で必要とされる問題解決や科学的手続きに関わる能力と態度をも含むものであり、それらを総合的に運用することのできるコンピテンスとして捉えられる。学校教育において科学的素養を育成するために、小学校から高等学校まで方向性を一にした一貫性あるカリキュラムの作成、評価規準の具体化、実際的で多様な文脈を基盤とした児童・生徒を主体とする探究的な学習活動の導入、及び教員に対する情報提供と支援が必要である。また、学際的な学びを実現するため、既存の教科の枠組みをこえた新たなカリキュラムを検討する必要がある。

研究成果の概要（英文）：
Scientific literacy is one of the competences to manage the elements, i.e. knowledge of science and about science, skills and attitudes to solve scientific problems in the real world. In order to acquire scientific literacy, it is important to make coherent science curricula from elementary to secondary level, to materialize the instrument for assessment, to adopt an investigation approach in situations where pupils use their knowledge and skills, and to support teachers. In addition, to realize interdisciplinary study, it is necessary to examine the new curriculum beyond the framework of existing curricula.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合　計
２００９年度	1,300,000	390,000	1,690,000
２０１０年度	800,000	240,000	1,040,000
２０１１年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総　計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：科学教育学
科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育
キーワード：科学教育　カリキュラム　科学的素養

１．研究開始当初の背景

わが国では、例えば、日本学術会議において 2003 年から「若者の理科離れ問題特別委員会」を組織し、理科離れが進んでいる現状打開のための方策について検討が行われた。そのなかで、学校教育及び社会教育を含む広い意味での教育のゴールを明示する必要性が指摘されている。また、学校教育では、IEA の国際数学・理科教育動向調査（TIMSS）や OECD の生徒の学習到達度評価（PISA）を

はじめとして、国内外の学力調査の結果を踏まえつつ、理数教育充実のための教育改革が試みられている。このうち、PISA 調査では、自然界を理解するのみならず、自然界に影響を与える意思決定に参加するために、科学的知識とプロセスを使用する能力として、科学的リテラシーが定義されており、その枠組みに基づいて行われる評価は、調査参加各国の教育改革に影響を与えている。

一方、ヨーロッパでは、知識基盤社会において必要とされる基本的スキルの共通の枠組みとして、2005 年に「生涯学習のためのキー・コンピテンスに関する欧州会議及び欧州連合理事会の勧告」が出され、キー・コンピテンスの１つとして、「科学とテクノロジーの基礎的コンピテンス」が示された。また、フランスでは、ヨーロッパ及び世界の動向を考慮しながら、新しい教育基本法を制定するとともに、2006 年に政令「共通基礎知識技能」を定め、義務教育段階において習得すべきコンピテンスの１つとして、科学的テクノロジー的教養を挙げている。そして、今日の義務教育段階では、共通基礎を育成するための教育プログラムが展開されている。

このように、科学教育を取り巻く動向として、知識基盤社会や高度科学技術社会の進展のなかで、科学教育を通して学習者に何をどのように身に付けさせるべきか、改めて検討する必要があるといえる。

２．研究の目的

上述の背景を踏まえ、本研究では、これからの知識基盤社会、高度科学技術社会を生きるわが国の国民に共通に必要とされる科学的素養を構成する要素について検討するとともに、学校教育においてそれをどのように育成していくのか、具体的な理科教育カリキュラムを開発するための基礎的研究を行うことを目的とした。

３．研究の方法

本研究では、研究の目的を達成するため、比較教育史的アプローチを用い、主体をわが国に、客体をフランスに設定し、科学的素養を構成する具体的要素と、それを育成するための科学教育カリキュラムについて、以下の方法により理論的、実証的に検討した。

①社会と科学、人間と科学、科学に関わる思想などを踏まえ、これからの社会を生きていく上で必要とされる科学的素養を構成する具体的要素について検討する。国際的通用性を考慮し、フランスにおいて育成が目指されている科学的テクノロジー的教養を事例として取り上げ、その策定プロセスと具体的内容の分析を行う。

②科学的素養の育成に向けて、学校教育における理科教育カリキュラムにどのように具体化していけばよいか、またそれをどのように実践したらよいかについて検討する。そのため、フランスの義務教育段階における教育プログラムと、学校現場における科学的テクノロジー的教養育成のための実践事例の分析を行う。

４．研究成果

〔科学的素養の構成要素の検討〕

これからの科学技術社会を生きていく上で、わが国の国民に必要とされる科学的素養の具体的な構成要素は何かを検討するため、フランスの義務教育段階において育成が目指されている「共通基礎知識技能（以下、共通基礎）」を事例として取り上げ、その策定プロセスと具体的内容の分析を行った。

今日のフランスの義務教育段階では、すべての児童・生徒に、学業での成功、教育の継続、人格や職業に関わる将来の構築、社会生活への参入を保障するため、共通基礎を育成することが求められている。共通基礎の内実は、①フランス語の習得、②１つの現代外国語の実践、③数学の主要原理と科学的技術的教養、④日常的に用いられる情報通信技術の習得、⑤人文的教養、⑥社会的市民的コンピテンス、⑦自律性と自発性、の７つのコンピテンスで構成されている。①から⑤は教科の学習内容を拠所とするもの、⑥と⑦は教育活動の全体に関わるアプローチとなっている。それぞれのコンピテンスは、知識、能力、態度に分けて具体化されている。共通基礎のコンピテンスの内容や構成は、フランス国内における議論に加え、例えば「生涯学習のためのキー・コンピテンスに関する欧州議会と欧州連合理事会の勧告」や、OECD の PISA における定義と枠組みなど、欧州や国際的な動向をも視野に入れて作成されている。

共通基礎のコンピテンスの１つである科学的テクノロジー的教養は、科学とテクノロジーに関わる教科において、重点的に育成される。科学的テクノロジー的教養の具体は、児童・生徒が宇宙や地球から自分の身体までを支配する主要な法則を理解するため、科学と技術により作られた社会に生きていくために必要とされる、知識、能力、態度で構成されている。その概要を以下に示す。

・知識：宇宙の構成／地球のしくみ／物質の変化／生物の特性／宇宙、物質、生物の相互作用とシグナル／エネルギーの種類と相互変換／物質とエネルギーの利用／人体のしくみ、人間と環境との関わり／情報通信技術
・能力：科学的な手続きの実施／現実に応じた操作・実験／結果に影響を及ぼす原因の認識／測定や探究の結果の表現と説明／科学と技術の関係性の認識／習得した知識の応用／困難を克服するための技術の利用
・態度：観察のセンス／自然現象の原因発見

への好奇心、論理的思考に基づく想像力、思考の柔軟性／批判的精神／科学と技術の進歩への関心／変化の倫理的含意に対する自覚／安全の初歩的なきまりの遵守／環境、生き物の世界、健康に対する責任

宇宙、地球、物質、生命、エネルギー、人体、環境などに関わる、科学そのものの知識のみならず、科学・技術が重要な役割を果たす現代社会において必要とされる問題解決や科学的手続きの実践に関わる能力、事物の合理的把握の過程において育成される態度を含むものとして、科学的テクノロジー的教養が具体化されている点に特徴がみられる。

ここで、フランスにおいて、コンピテンス自体の特徴は、例えば、以下のように捉えられている。

・分野横断的…コンピテンスは、多くの教科に関わり、多様な状況において育成される。
・文脈化と非文脈化…コンピテンスは、具体的な場面、現実生活において遭遇するような状況のなかで習得、評価される必要がある。
・複雑性…コンピテンスを用いる課題や状況はもともと複雑であるため、様々な知識、スキル、能力、態度の集結を必要とする。
・統合…コンピテンスは、様々な教科の学習、知識、能力、態度を統合する。

つまり、科学的テクノロジー的教養の育成にあたり、実際的で多様な状況のなかで、先に示した知識、能力、態度を連携、統合し、総合的に運用できるようになることが求められているといえる。

〔科学的素養育成を目指すカリキュラム〕

共通基礎の育成を中心に据える今日のフランスの学校教育では、伝統的な文化と価値の伝達から、変化し続ける社会に対応していくために必要とされるコンピテンスの育成へと、役割の転換が図られているといえる。

義務教育段階における科学教育では、科学的テクノロジー的教養の育成にむけて、学習内容と学習方法の明示された一貫性のある教育プログラムが作成されている。義務教育を、小学校第２学年、第５学年、及びコレージュ第４学年の終わりで区分し、各段階で習得すべき科学的テクノロジー的教養が具体的に提示されている。義務教育段階の終わりに習得すべき科学的テクノロジー的教養は、以下のとおりである。

○科学的テクノロジー的手続きの実践、問題の解決。
・有益な情報を探す、抜き出す、整理する。
・実現する、操作する、測定する、計算する、指示を適用する。
・思考する、論証する、実験的技術的手続きを実践する、証明する。
・一連の手続き、得られた結果を示す、適切な言葉で伝達する。

○様々な科学の領域の知識の利用。
・宇宙と地球：宇宙の構造；地球の構造と地質学的時間の変遷、物理的現象
・物質：物質の主たる特徴、状態とその変化；物質の物理的化学的特性；電気的ふるまい、光の相互作用
・生物：単一性と多様性；生物の機能、種の進化、人体の組織と機能
・エネルギー：様々なエネルギー、特に電気エネルギー、エネルギーの変換
・技術物：分析、構想と実現；機能と利用の状況

○環境と持続可能な開発。
・環境と持続可能な開発に関する問題を理解するために知識を活用する。

児童・生徒に習得させるべき科学的テクノロジー的教養は、科学的テクノロジー的手続きや科学そのものの知識の習得のみならず、それらを利用できることが求められていること、さらに、環境や持続可能な開発などの社会における科学に関わる問題に知識を活用していくことが求められていることに特徴がみられる。

科学に関わる教科の学習プログラムには、科学的テクノロジー的教養以外のコンピテンスの育成にも関わっていることが示されている。例えば、コレージュの物理・化学の学習プログラムでは、各コンピテンスとの関係が以下のように記述されていた。

①フランス語：簡単な文書の読解、テープの聞き取り、ビデオ資料の視聴、文章での問題の解答、報告書の作成
②現代外国語：文字情報、取扱説明書、説明のイラスト、カードなどの読みとり
③数学主要原理：現象の量的取り扱い、数値の測定と操作、計算機や PC の利用／データの図表・グラフ化、数値の読み取り
④情報通信技術：データの取り扱い、ソフトウエアの利用、実験やシミュレーション等、PC など情報機器の利用／インターネットを利用した情報交換／情報に対する批判的で思慮深い態度
⑤人文的教養：科学の歴史や現状への理解
⑥社会・市民性：政治的、社会的、倫理的選択に参加するための科学・技術の利用法の理解、科学製品や技術物を利用する市民－消費者の育成／安全、健康維持、環境尊重の意識の育成
⑦自律・自発性：科学の領域における責任と創造性に関わる自律性の獲得／目的に応じた実験の考案、準備、計画能力の育成／班活動での、聞く、伝える、議論する能力の育成／探究の過程やプロジェクト学習による自律と自発性の伸長

このように、一つの教科において複数の共通基礎のコンピテンスの獲得に資することが求められている。共通基礎の存在は、児童・生徒にとって各教科の学習の橋渡しの役

割を担っているといえる。
　このような教育プログラムを実施するにあたり、児童・生徒の科学的テクノロジー的教養の習得状況を把握するために、個人票簿が作成されている。科学的テクノロジー的教養の評価の観点は、①科学的テクノロジー的手続きの実践、②様々な科学の領域における知識の利用、③環境や持続可能な開発に関わる問題を理解するための知識の活用、の３つで構成されている。評価は、具体的指針となる規準一覧をもとに行われており、その具体的内容は、小学校からコレージュにかけて漸次深化するものとなっている。

〔科学的素養育成を目指す授業の特色〕

　科学的テクノロジー的教養の育成にあたり、科学に関わる教科において重視されているのは、児童・生徒による事象への直接的な働きかけを中心に据えた、探究を基盤とする学習活動である。このような学習活動の導入に向けて、教育プログラムには、探究の手続きの枠組みが示されている。その具体は、①状況問題の選択、②生徒による問題の把握、③予想、仮説、実験計画の作成、④生徒による問題の探究と解決、⑤命題についての議論、⑥知識の獲得と構造化、⑦知識の活用である。
　探究の手続きを取り入れた学習活動を行うにあたり、教師には適切なテーマを設定することが求められている。例えば、学習の課題を提示する段階で、学習者に知識の意味を見いださせ、知識の必要性を見出すことのできるような状況を設定することが必要となる。コレージュの物理・化学の教科書の事例分析では、日常生活に関わる場面や学習者の経験に基づくテーマ設定がみられた。
　現実世界に関わる問いを端緒として、学習活動に探究の手続きを取り入れることは、児童・生徒が知らなければならない概念や定義をもたらすだけではなく、それらを用いる方法を示す機会となると考えられる。さらに、児童・生徒の好奇心や創造性、批判的精神、科学や技術の発展に対する興味を伸ばすことも期待される。コンピテンスは、現実の文脈において振る舞うことのできる知識の操作のかたちであり、実際の状況のなかで訓練されるものであると捉えるならば、探究の手続きを取り入れた学習活動を通して、科学的テクノロジー的教養を構成する知識、能力、態度を総合して用いることのできる、コンピテンスの育成が図られているといえる。
　フランスの前期中等教育段階における新たな取り組みとして、2006 年より、既存の教科である「物理・化学」、「生命・地球科学」、「テクノロジー」を統合した、「科学テクノロジー統合教育（以下、EIST)」が第１・２学年で試行されている。EIST は、生徒の好奇心を刺激し科学に対する嗜好を発展させること、探究の手続きの実践を促進すること、教科間に一貫性を持たせ学習の目的をよりよく理解させること、小学校からコレージュへの移行をスムーズにすること、教科横断的な活動やコンピテンスを基盤とするアプローチにより共通基礎を獲得させること、グループ活動を通して生徒の自律性と能力を開発するとともにフランス語を習得させること、などを目的としている。
　科学とテクノロジーに関わる教科を統合して授業を実施することで、生徒の科学に対する嗜好を刺激し興味を維持すること、科学的教養や教育実践を豊かにすること、学習時間の確保により科学的推論に関する行動に積極的効果があること、環境問題への関心が高まることなどが明らかになっている。また、学力や態度について、既存の教科に基づく教育を受けた生徒と同等の結果が示されている。このように、EIST についてその教育的妥当性が確かめられており、教育プログラムの枠組みのなかで、科学的テクノロジー的教養育成のための新たなモデルを提示するものとなっている。

〔理科教育充実に向けて参考となる点〕

　フランスにおける科学的テクノロジー的教養育成のための科学教育カリキュラムとその実践に関する事例研究を踏まえ、わが国の理科教育充実のために参考となる点を、次の通り指摘することができる。

・科学的テクノロジー的教養は、国内における議論及び世界の動向を加味して具体化されており、知識、能力、態度の総体として捉えられている。
・学校における科学教育では、小学校からリセに至るまで、科学的テクノロジー的教養の育成を目指す一貫性のある教育プログラムが作成されている。
・一人ひとりに科学的テクノロジー的教養を確実に習得させるべく、評価規準を具体化し、小学校からコレージュにかけて段階的に認証する仕組みが構築されている。
・現実の生活で遭遇するような具体的で多様な状況設定のもと、探究の手続きを取り入れた学習者を主体とする実際的な学習活動を行うことで、実社会や実生活において直面する状況に応じて知識、能力、態度を総合的に用いることのできる、コンピテンスの育成が図られている。
・科学への興味・関心の喚起、探究の手続きの実践促進、教科間の一貫性の確保、コンピテンス育成などの観点から、科学とテクノロジーに関わる既存教科を統合した新しいカリキュラムが開発、実施されている。実践を促進するため、教材提供など教員に対する支援が行われている。

　このことから、科学的素養の内実は、科学そのものの知識のみならず、現実社会において必要とされる問題解決や科学的手続きに

関わる能力と態度をも含むものであり、具体的な要素を連携、統合し総合的に運用することのできるコンピテンスとして捉えることができる。また、学校教育において科学的素養を育成するために、小学校から高等学校までを見通し方向性を一にした一貫性あるカリキュラムの作成、評価規準の具体化、実際的で多様な文脈を基盤とした児童・生徒を主体とした探究的な学習活動の導入、及び教員に対する情報提供と支援が必要である。さらに、変化し続ける社会において必要とされるコンピテンスの育成に向けて、学際的な学びを実現するために、既存の教科の枠組みをこえた新たなカリキュラムを検討する必要があると考えられる。

５．主な発表論文等
（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計６件）
1. 三好美織，フランスの科学教育における科学的教養の育成－探究活動の取扱いを中心として－，日本理科教育学会全国大会発表論文集，第 9 号，査読無，2011，p. 147.
2. 三好美織，フランスの高等教育制度とバカロレア試験－理系高等教育機関への進学を中心として－，化学と教育，第 58 巻 12 号，査読有，2010，pp. 594-597.
3. 三好美織・磯崎哲夫，フランスにおける卓越性の科学教育，日本科学教育学会年会論文集，第 34 巻，査読無，2010，pp. 195-196.
4. 三好美織，フランスの義務教育段階における科学的技術的教養に関する考察，科学教育研究, 第 34 巻 2 号, 査読有, 2010, pp. 199-206.
5. 三好美織，フランスにおける科学教育－わが国の理科教育のために何を学ぶのか－，日仏教育学会年報，第 16 号，査読無，2010，pp. 48-56.
6. 三好美織，フランスの義務教育段階における物質観の育成に関する考察，福岡教育大学紀要，第 59 号第 4 分冊，査読無，2010，pp. 143-151.

〔学会発表〕（計３件）
1. 三好美織，フランスの科学教育における科学的教養の育成－探究活動の取扱いを中心として－，日本理科教育学会第 61 回全国大会，2011 年 8 月 20 日，島根大学.
2. 三好美織・磯崎哲夫，フランスにおける卓越性の科学教育，日本科学教育学会第 34 回年会，2010 年 9 月 12 日，広島大学.
3. 三好美織，フランスの科学教育－わが国の理科教育のために何を学ぶのか，日仏教育学会 2009 年度研究大会，2009 年 10 月 11 日，東京理科大学.

〔図書〕（計２件）
1. 三好美織，ミネルヴァ書房，新しい学びを拓く理科授業の理論と実践－小学校編－，2011，pp. 28-34.
2. 三好美織，東洋館出版社，現代理科教育改革の特色とその具現化－世界の科学教育改革を視野に入れて－，2010，pp. 158-166.

〔その他〕
ホームページ等
　なし

６．研究組織
(1)研究代表者
　三好　美織（MIYOSHI　MIORI）
　広島大学・大学院教育学研究科・講師
　研究者番号：80423482

(2)研究分担者
　（　　　　）

　研究者番号：

(3)連携研究者
　（　　　　）

　研究者番号：